



TITLE:

数式処理を用いた教育を想定した タイピング能力の調査 (数式処理と 教育)

AUTHOR(S):

白井, 詩沙香; 福井, 哲夫

CITATION:

白井, 詩沙香 ...[et al]. 数式処理を用いた教育を想定したタイピング能力
の調査 (数式処理と教育). 数理解析研究所講究録 2011, 1735: 73-84

ISSUE DATE:

2011-04

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/170801>

RIGHT:

数式処理を用いた教育を想定したタイピング能力の調査

武庫川女子大学大学院・生活環境学研究科 白井詩沙香 (Shizuka Shirai)

Graduate School of Human Environmental Sciences

Mukogawa Women's University

武庫川女子大学 福井哲夫 (Fukui Tetsuo)

Mukogawa Women's University

1 はじめに

情報活用能力の一つであるタイピングの教育は、学校教育の情報化にともない、積極的に行われてきた。タイピング教育やタイピング教育に関する研究が扱う題材は主に「ローマ字」が中心で、数式で扱う「数・特殊記号」に関するものは、ほとんど見当たらない。今後、算数など数式処理を用いた教育においては、生徒や学生自身が数式等を入力する機会が増えると予想される。その際に「ローマ字」と同様に問題内容に集中できる程度のタイピング能力は必要になるだろう。そこで本研究では、学校教育の情報化とタイピング教育の背景を紹介し、学生のタイピング能力の現状を探るべく、調査を行ったので報告する。

高度情報通信ネットワーク社会の発展にともない、学校教育についても情報化が進められてきた。「情報活用能力」の育成という観点では、臨時教育審議会（1984年9月～1987年8月）、教育課程審議会（1985年9月～1987年12月）、情報化社会に対応する初等中等教育の在り方に関する調査研究協力者会議（1985年1月～1990年3月）での検討を経て、重要性が示されたことが発端と言われている [1]。2000年以降も e-Japan 戦略や IT 新改革戦略、教育振興基本計画など、国家プロジェクトとして学校の ICT 環境の整備や校務の情報化、教員の ICT 指導力の向上、ICT 教育の充実、情報モラル教育など様々な面から推進が図られた。授業での ICT 活用については、2006年度の文部科学省が委託した研究会の調査 [2] で報告されており、算数・数学の実証授業の事例では、中学校でのシミュレーションソフトの活用や高等学校でのフリーのグラフ作成ソフトを利用した生徒の直感に訴える効果的な指導などが紹介されている。

一方、タイピング教育も情報活用能力の一つとして、指導および教育方法の研究が進められてきた。特にキーボードを見ないで打鍵するタッチタイピングは、習熟すれば打鍵操作が無意識化されるため、打鍵時に思考内容に集中することができ、コンピュータを思考の外化やリフレクションの道具として活用していく場合に有効である [3],[4] と報告されている。

しかし、先に述べたようにタイピング教育は主に「ローマ字」をメインとしていることが多く、算数・数学など数式処理を用いた教育に必要な「数・特殊記号」については触れられていないことが多い [1]。そのため、「数・特殊記号」のタイピング能力は、「ローマ字」に比べ、著しく低いのではないだろうか。

実際にタイピング能力の現状を確認するために、2010年4月に本学情報メディア学科2年生に意識調査を行った。調査内容は表1のような『文章入力』と『数・特殊記号入

表 1: タッチタイピング能力の意識調査

問	質問文
Q1	ワープロソフトなどで、キーボードから文章を入力する際にタッチタイピングできますか？
Q2	数字 0～9 および 特殊記号 :!"#\$%&'() - = ^ ~ [] { } + * < > / も タッチタイピングできますか？

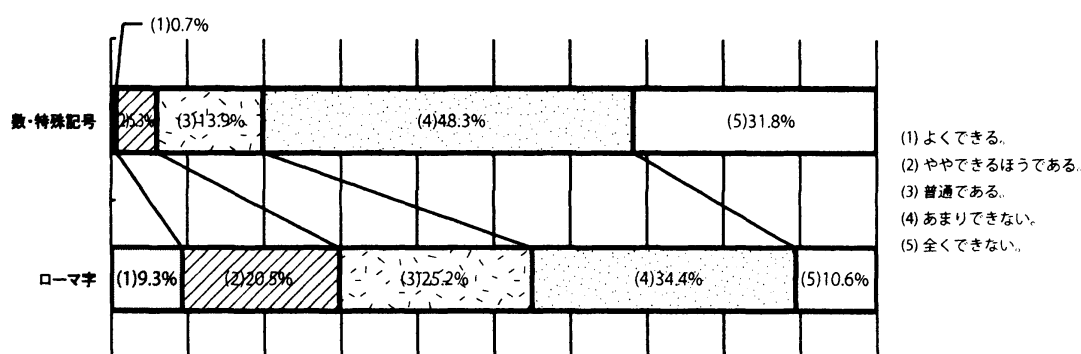


図 1: タッチタイピング能力の意識調査結果 (2010 年 4 月: 本学 2 年生 151 人)

力』のタッチタイピング能力の自己評価を問うもので、回答は、図 1 の (1)～(5) のような 5 段階評価とした。結果は、『文字入力』は 45% が「あまりできない」「全くできない」と答えたのに対し、『数・特殊記号入力』は、80.1% が「あまりできない」「全くできない」と回答した。以上の結果より、「ローマ字」に比べ、「数・特殊記号」のキー操作は苦手と認識していることが分かった。

各教科での ICT 活用が進められる中で、理系以外の生徒・学生も「数・特殊記号」を入力する機会が増えると予想されるが、このままで問題はないだろうか。そこで、本研究では意識調査だけでなく、実測により生徒・学生のキー操作スキルに偏りがあるのか、調査を行うことにした。なお、本研究では（キーボードを見ないで打鍵する）タッチタイピング能力ではなく、タイピング能力すなわちキー操作スキルを対象に調査を行った。具体的には、以下の 3 つの観点で調査および考察を行う。

1. 「数式」を入力するためのキー操作スキルは
「ローマ字」入力に比べて劣っているか？
2. 「数式」を入力するためのキー操作スキルは
「ローマ字」入力に比べてどの程度劣っているか？
3. 「数式」を入力するためのキー操作スキルが
「ローマ字」入力に比べて劣っている原因はどこにあるか？

すなわち、実際に学生の標本集団に対してキー操作の課題を与え、タイピングの偏りを実測することによって客観的状況を確認し、偏りがあった場合はどのような偏りがあるかを調査・考察する。このことを通して、数式処理を用いた教育やタイピング教育を実践する上で、キーボードというユーザインタフェースを検討するための有益な知見を与えることを目的とする。

第2章では標本集団および前述の3つの観点に従った調査方法について説明を行い、3章では調査結果を報告する。最後に、4章で調査結果から標本集団におけるタイピング能力（キー操作スキル）の考察を行い、まとめとする。

2 方法

2.1 調査概要

学生のタイピング能力を調査するために、第1章で述べた3つの観点に従い、被験者に対してタイピングテストを実施し、平均打鍵時間およびミス率を測定する。その後、結果の比較・検討を行う。なお、本研究では、打鍵時間とミス率を次のように定義する。

打鍵時間：一定文字列をタイピングする際の1文字当たりの平均打鍵時間（秒）

ミス率：タイプした総文字数に対するミスタイプ数の割合（％）

被験者対象（標本集団）は、本学情報メディア学科の2年生で「プログラミング論」を受講している約160名の学生とした。これらの学生は本学入学時のICT活用意識や情報関連知識およびタイピング能力が本学の他学科の学生に比べて高いという特徴を持っているため、一般の学生の状況は今回の被験者より苦手面に関して顕著であると推測される。

データの収集および測定は、パソコン実習室にて多人数に対して一斉に調査テストが実施でき、データの収集が容易なCMSのオンラインテスト機能を用いて行った（以下、CMSによる測定と記す）。しかし、CMSによる測定は、テストの際に回答の保存や設問の移動操作が必要で（図2.1）、正確な打鍵時間を測定することができないといった問題点がある。それでも、今回の目的であるキー操作スキルの偏りの傾向については、2.3節で述べる裏付け調査から、CMSによる測定で十分知見を得ることができると判ったので、今回はこの方法を採用した。

2.2 タイピング調査テストの方法

被験者の打鍵時間とミス率を測定するためのテスト問題として、「ローマ字」、「数式」、「ランダム英字」、「ランダム数字」、「ランダム特殊記号」、「ランダムMIX」の6種類を各10問ずつ用意し、実際のキーボードによってタイピングしてもらった状態を記録した。問題例を表2に示す。

図 2: CMS のオンラインテスト画面

表 2: タイピングテスト問題の出題例

	問題種別	例			
1	ローマ字	tomodati	wasabi	yamaneko	paneru
2	数式	$y = ax + b * 2$	$if(a < 10)$	$= SUM(A1, A3)$	x_text
3	ランダム英字	yBWUe	uXYGB	BMJNm	BuuLg
4	ランダム数字	53166	22103	58525	62497
5	ランダム特殊記号	.['\$]	\$.”‘	< -(=	_*}#-
6	ランダム MIX	!Gmqp	+9k>}	1N\$[W	p9a%?

今回は、CMS によるオンラインテスト機能を用いて出題し、“出題の順番”や“問題文の偏り”による影響を排除するために、問題を2通りに、また出題順序を2通りに分けて行った。

(1) 「ローマ字」と「数式」入力時の測定

まず第1の観点：『「数式」を入力するためのキー操作スキルは「ローマ字」入力に比べて劣っているか?』を調べるために、「ローマ字」と「数式」のタイピングテストを行う。

「ローマ字」問題は、漢字変換操作を除くために、アルファベットのローマ字で問題を出題し、半角英字で回答するように指示した。「数式」問題は、数式概念が人によって様々であるため、プログラミングや表計算等で使用する題材も問題に採用した(表2)。

両者の優劣を見るために、収集データから打鍵時間を算出し、打鍵時間の差の検定により評価を行う。

(2-A) 「ランダム英字」・「ランダム数字」・「ランダム特殊記号」入力時の測定

次に、「数式」を入力するためのキー操作スキルが「ローマ字」入力より劣っていた場合に、第2の観点：『どの程度劣っているか？』を調べるため、「ランダム英字」、「ランダム数字」、「ランダム特殊記号」のタイピング能力およびその関係について調査を行う。

先に述べたように数式の問題は人により曖昧なため、数式の文字列を問題にするよりも、数式を構成している3つの要素（「英字」、「数字」、「特殊記号」）に分け、それらの要素を正確に測定することに意味があると考えた。ここで言う特殊記号とは、一般のキーボードで入力できる以下の文字のことを指す。

特殊記号： ! " # \$ % & ' () * + , - . / : ; < = > ? @ [\] ^ _ ` { | } ~

そこで、本調査ではそれぞれの文字をランダムに組み合わせた問題のタイピングテストを行い、測定した結果から程度の違いを検討する。

(2-B) 「ランダム MIX」の打鍵時間と文字比率による重み付けをした期待値の比較

しかし、(2-A) の測定によってそれぞれの偏りが判っても、現実の文章や数式ではそれらが混合した形で使われる。つまり、このような3種が混合した場合の文字列に「英字」、「数字」、「特殊記号」個別の結果が反映しているかどうかは必ずしも自明ではない。

そこで、さらに3要素をランダムに組み合わせた「ランダム MIX」のタイピングテストを行い、その打鍵時間結果と「ランダム英字」、「ランダム数字」、「ランダム特殊記号」の打鍵時間に「ランダム MIX」問題と同様の文字比率による重み付けをした期待値とを比較し、検定を行う。

問題は前述のとおり、“問題文の偏り”による影響を排除するために、パターン A と B の2通りを用意した。それぞれの文字比率を表3に示す。

表 3: 「ランダム MIX」問題の文字比率

問題	英字	数字	特殊記号	合計
パターン A	29(58%)	7(14%)	14(28%)	50(100%)
パターン B	27(54%)	6(12%)	17(34%)	50(100%)

(3) 被験者の行動観察およびテスト実施後のアンケート調査

最後に、第3の観点：『劣っている原因』を考察するために、タイピングテスト実施時の被験者の行動観察とテスト実施後のアンケート調査を行った。

アンケートの質問文は表4に示した Q3 および Q4 の2種類である。Q3 は数字入力の方法を問うもので、選択形式とし、選択肢は表4の(1)～(5)である。Q4 はタイピングテストを受けた時の感想を問うもので、記述形式とした。

表 4: 原因調査アンケート

問	質問文	回答形式
Q3	タイピング調査で数字のタイピングをする時どのように入力しましたか？	選択形式 (1) 主に「テンキー」を使用した。 (2) 主に「キーボード上段の数字キー」を使用した。 (3) 「テンキー」と「上段の数字キー」の両方を使用した。 (4) あまり覚えていない。 (5) その他
Q4	タイピングテストを受けた感想	記述形式

2.3 CMS による打鍵時間測定が有効であることの裏付け調査

本研究では、2.2 節で述べたような本調査に先行して、CMS のオンラインテスト機能を用いたタイピングテストによる測定が本目的にとって有効であるかどうかの裏付け調査を行った。同一被験者（本学情報メディア学科3年生13名）に本調査で行うのと同じテスト問題（表2）を用いて、CMS による測定と独自開発した Java のプログラムによる直接測定を受けてもらい、測定結果の比較および、結果に対する相関を分析し、CMS による測定結果が本調査に有効であることを確認した（詳細は文献 [5] を参照）。

CMS による測定および直接測定の打鍵時間の結果を表5に示す（有効データ数：8件）。

表5の結果から、打鍵時間は、CMS による測定では操作時間等が含まれるため、直接測定よりも大きな値を示し、絶対的な値は正しくないことが分かる。しかし、両者の相関を調べてみると、相関係数0.97という強い相関があることが解る。つまり、横軸にCMS による測定の値を、縦軸に直接測定の値をプロットすると綺麗な直線関係にあることが解る（図2.3）。このことから、例えば「ローマ字」対「数式」といった2者間の差の関係に対しては、“偏り検出”という意味で、直接測定の代わりにCMS による測定でも問題ないことが判る。この結果より、CMS による打鍵時間測定は「英字」や「数字」、「特殊記号」などのキー種による偏り比較には有効であることが判った。

次に、ミス率の測定では、図2.3に示すようにCMS による測定において誤差が大きすぎ、CMS による測定と直接測定とではミスの意味が違っている可能性が高い。した

表 5: 直接測定と CMS による測定の打鍵時間結果

	平均打鍵時間（秒/1字）	
	直接測定	CMS による測定
ローマ字	0.45 ± 0.09	0.81 ± 0.11
数式	0.96 ± 0.14	1.44 ± 0.13
ランダム英字	1.03 ± 0.15	1.62 ± 0.16
ランダム数字	0.63 ± 0.14	1.11 ± 0.16
ランダム記号	1.64 ± 0.27	2.95 ± 0.24
ランダム MIX	1.28 ± 0.19	1.84 ± 0.20
相関係数	0.97	

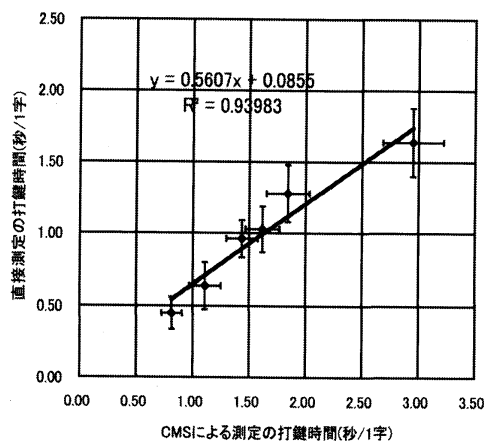


図 3: 平均打鍵時間の相関

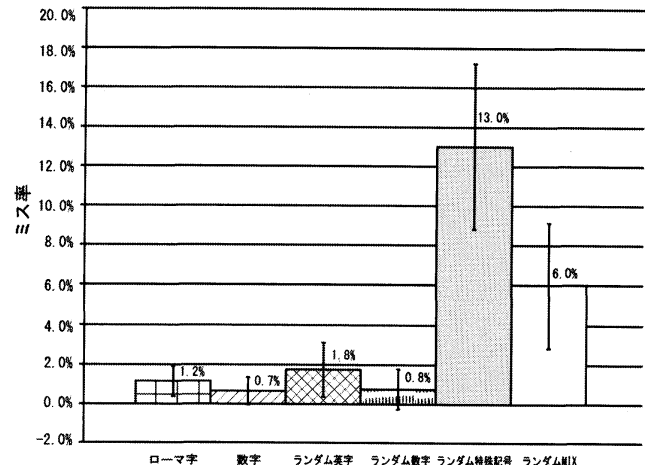


図 4: CMS による平均ミス率の測定

がって本研究において、CMS によるミス率測定は有益な情報が得られないと判断した。

3 調査結果

3.1 有効データ数

本研究では CMS のオンラインテスト機能を用いてデータの収集を行ったので、直接測定の場合とできるだけ同条件にするために、以下の条件に該当するデータは除いた。その結果、有効データ数は 64 件となった。

- 未入力 of 回答があるもの
- 操作に問題があったと思われるもの
- 回答のやりなおしがあるもの

3.2 測定結果

(1) 「ローマ字」と「数式」入力時の打鍵時間

被験者に対して「ローマ字」と「数式」の総打鍵時間を測定し、平均打鍵時間およびその偶然誤差を算出した結果、「ローマ字」は 0.72 ± 0.04 秒/1 字、「数式」は 1.43 ± 0.07 秒/1 字となった。結果のグラフを図 3.2 に示す。

両者の打鍵時間の差を検定した結果、1%以下の危険率で有意差があり ($t=26.9$, $F=63$, $p < 3E-36$)、このことから明らかに「ローマ字」よりも「数式」をタイピングすることが苦手であることが判った。

(2-A) 「ランダム英字」・「ランダム数字」・「ランダム特殊記号」入力時の打鍵時間

次に、「ランダム英字」、「ランダム数字」、「ランダム特殊記号」のキー操作スキルを調査した結果のグラフを図3.2に示す。それぞれの平均打鍵時間は、「ランダム英字」が 1.49 ± 0.06 秒/1字, 「ランダム数字」が 1.04 ± 0.42 秒/1字, 「ランダム特殊記号」が 2.90 ± 0.18 秒/1字となった。

「ランダム英字」は、「ローマ字」(図3.2)と比較すると倍程度打鍵時間がかかっているが、さらに「ランダム特殊記号」と比較した結果は、1%以下の危険率で有意差があることが判った ($t=17.4$, $F=63$, $p < 1.05E - 25$)。

このことから数式を構成している3要素を見ると、「数字」の入力が一番早く、次に「英字」、そして「特殊記号」が最も苦手であり、数式を扱いにくくしている大きな要因であることが判った。

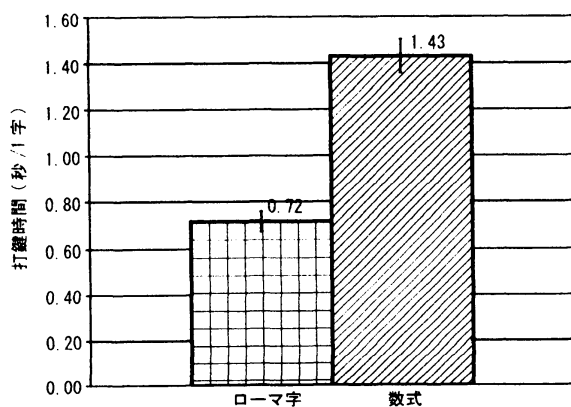


図 5: 「ローマ字」と「数式」入力の平均打鍵時間

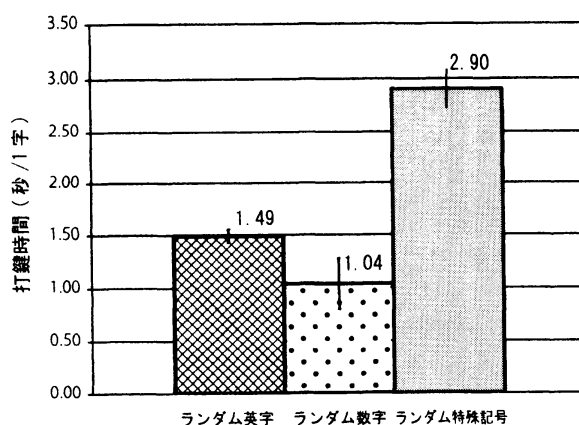


図 6: 「ランダム英字」「ランダム数字」「ランダム特殊記号」の平均打鍵時間

(2-B)「ランダム MIX」の打鍵時間と文字比率による重み付けをした期待値の比較

さらに「ランダム英字」、「ランダム数字」、「ランダム特殊記号」の平均打鍵時間の結果が、3種が混合した場合のタイピングの打鍵時間にも反映しているかを調べるために、「ランダム MIX」問題の平均打鍵時間と「ランダム英字」、「ランダム数字」、「ランダム特殊記号」の平均打鍵時間に文字比率による重み付けをした期待値との差の検定を行った。2種類の問題パターンのそれぞれの結果は、以下のとおりとなった。

【問題パターン A】

- 「ランダム MIX」によるタイピング時の平均打鍵時間： 1.85 ± 0.14 秒／1 字
- 文字比率（表3：パターン A）による重み付けをした期待値： 1.92 ± 0.09 秒／1 字

【問題パターン B】

- 「ランダム MIX」によるタイピング時の平均打鍵時間： 1.74 ± 0.11 秒／1 字
- 文字比率（表3：パターン B）による重み付けをした期待値： 1.77 ± 0.12 秒／1 字

それぞれの問題パターンにて検定を行った結果、ともに有意差は見られず、3種混合文字のタイピングであってもそれぞれの平均打鍵時間の比率が反映していることが判った。

(3) 被験者の行動観察およびテスト実施後のアンケート調査

以上の結果から、予想に反し「数字」の入力はランダムな「英字」よりは早いことが判り、「特殊記号」のキー操作が苦手なことが、数式を扱いにくくしている主要因と判った。これらの原因がどこにあるかを詳しく見るためにテスト実施時の目視による行動観察とタイピングテスト終了後に質問アンケートを行った。

まず、「数字」が早い原因を調べるために数字入力に関するアンケートをとった結果、約8割が「テンキー」を使用していると回答した。このことから、「テンキー」入力が数字を入力しやすくしている要因であることが判った。

次に「特殊記号」が苦手な要因を探るために、テスト実施後に感想を取った（表6）。「特殊記号の場所を覚えていない」、「特殊記号の入力は苦手である」、「ローマ字以外の入力は難しい、時間がかかる」、「数字、特殊記号、文字が混ざると戸惑う、遅くなる」といった感想が多くあった。これらの感想から「記号の場所を覚えていないこと」、「シフトキーの打ち分けが難しいこと」などが入力に影響を与えていることが予想される。

4 結論

本学情報メディア学科の2年生で「プログラミング論」受講している被験者64名に対しCMSによるオンラインアンケートおよびタイピングテストを実施した結果、以下のことが明らかになった。

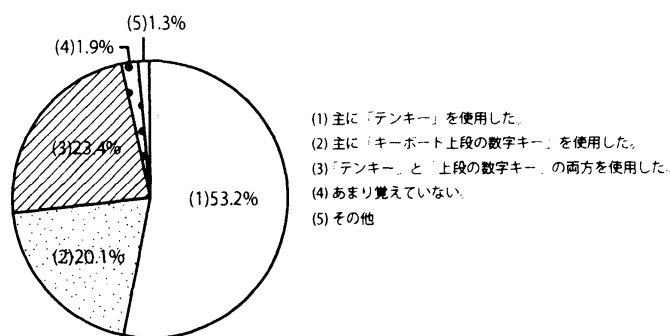


図 7: 数字入力についての質問アンケート (2010 年 7 月: 本学 2 年生 154 人)

表 6: タイピング調査後の感想より

	内容	回答数 (人)
1	記号の場所を覚えていない (シフトキーも含む), 苦手である, 予測ができない	92
2	普段使うローマ字は打ちやすいがそれ以外は難しい, 時間がかかる	21
3	おおよその場所を覚えていても正確に打てない, 確認して打つため遅くなる	11
4	数字, 記号, 文字が混ざると戸惑う・遅くなる	8
5	タイピングが遅いと思った	8
6	シフトキーの打ち分けが難しい, 押しながらは大変	5
7	タイピングミスが多いことに気づいた	5
8	タイピングテストが楽しかった, してよかった	5
9	数字はテンキーの方が打ちやすい, 数字はテンキーを使っている	4
10	早く打てるようになりたい, 頑張りたい	4
11	以前より早くなった気がする	3
12	早く打てた, 場所を把握していた	2
13	難しく予想以上に時間がかかった	1

1. タッチタイピング能力について「数・特殊記号」の入力は 80%以上が苦手と感じている。
2. 「ローマ字」と「数式」入力の平均打鍵時間を実測した結果は以下のとおりとなり、「数式」を入力するためのキー操作スキルは「ローマ字」入力に比べて大変劣っている。
 - 「ローマ字」の平均打鍵時間 : 0.72 ± 0.04 秒 / 1 字
 - 「数式」の平均打鍵時間 : 1.43 ± 0.07 秒 / 1 字
 - t 検定の結果 : 有意差あり
3. 「数式」を構成している 3 つの要素 (「英字」, 「数字」, 「特殊記号」) に分け, 平均打鍵時間を測定した結果, 以下のとおりとなった。「数字」の入力が早い理由は,

主に「テンキー」を使用するためである。また、「特殊記号」のキー操作が最も苦手であり、数式を扱いにくくしている主な要因である。

- 「ランダム英字」の平均打鍵時間： 1.49 ± 0.06 秒／1 字
- 「ランダム数字」の平均打鍵時間： 1.04 ± 0.24 秒／1 字
- 「ランダム特殊記号」の平均打鍵時間： 2.90 ± 0.18 秒／1 字

4. 「特殊記号」のキー操作が苦手である主な原因は、「見覚えのない記号があること」、「記号の場所を覚えていないこと」、「シフトキーの打ち分けが難しいこと」などが考えられる。

以上、平均打鍵時間の総合結果は図4のようになった。これらはCMSによるオンラインテスト機能を用いて測定したため、絶対値に意味はないが、2.3節の結果[5]より相対的差は十分意味がある。特に「ローマ字」入力に比べてランダムな文字入力は「数式」入力と同程度に苦手であることが判り、その中でも「特殊記号」が突出している。

以上のことから、数式処理を利用した教育を行う場合は、上記のような「ローマ字」に偏ったキー操作スキルを踏まえて計画する必要があることが判った。また、e-Learning等で数式を入力する頻度が高くなることを想定し、「ローマ字」だけでなく「数・特殊記号」のタイピング教育が重要であることが判った。

今後の課題としては、直接測定による精緻な打鍵時間の測定を行うことや苦手キーの詳細な特性分布を調べることで、数式入力に必要なキー操作スキルを向上させるための方法を検討していきたい。

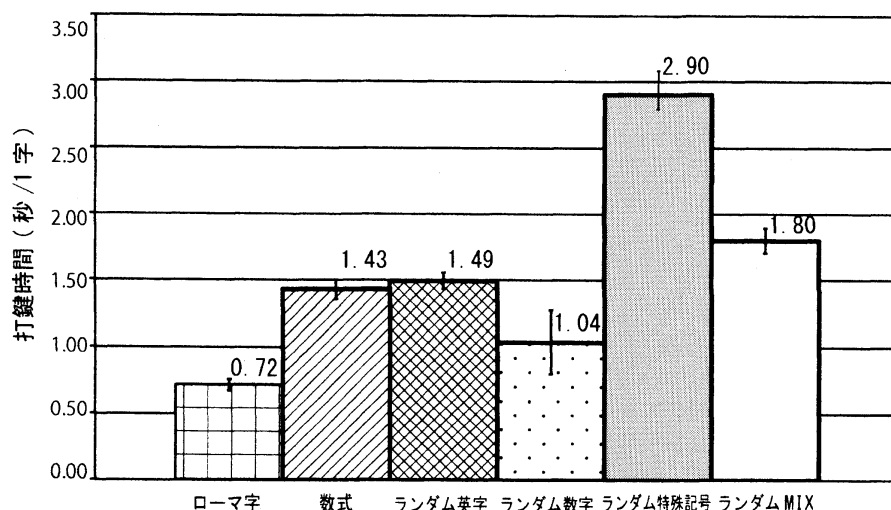


図 8: 平均打鍵時間の総合結果

参考文献

- [1] 文部科学省:教育の情報化に関する手引き, 文部科学省,2009.
- [2] 「ICT を活用した指導の効果の調査」研究会 :文部科学省委託事業 教育の情報化の推進に資する研究 (ICT を活用した指導の効果の調査) 報告書, 独立行政法人メディア教育開発センター,2007.
- [3] 吉長裕司, 川畑洋昭:ブラインドタッチによる思考打鍵に関する実験報告, 平成 11 年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集,1999,366-367.
- [4] 吉長裕司, 川畑洋昭:情報教育におけるキーボードリテラシーの一考察, 情報処理学会論文誌,Vol.42 No.9,2001,2359-2367.
- [5] 白井詩沙香, 福井哲夫:CMS によるタイピング能力測定の精度, 武庫川女子大学情報教育研究センター年報 2009,No.18,2010,18-23.